



特 許 願

優先権主張  
1974年7月10日  
米特出願第487030号

特許法第38条ただし書の規定による特許出願

昭和50年4月30日

特許庁長官 青 島 英 雄 殿

発明の名称 非樹枝状初晶固体分を含む合金を形成する為の連続方法

特許請求の範囲に記載された発明の要旨

発明者

住 所 米国マサチューセッツ州レキシントン、  
マサチューセッツ・アベニュー75

氏 名 マートン・シー・フレミングズ (外2名)  
特許出願人

住 所 米国マサチューセッツ州ケンブリッジ、  
マサチューセッツ・アベニュー77

名 称 マサチューセッツ・インスティテュート・オブ・  
テクノロジー

代表者 ポール・グイー・キューシツク

国 籍 米 国

代理人

住 所 東京都中央区日本橋3丁目13番11号  
油脂工業会館3階 (電話 273-6436番)

氏 名 (6781) 弁理士 倉 内 基 弘  
(外1名)

特許庁  
昭和50年4月30日

明 細 書

1. 発明の名称 非樹枝状初晶固体分を含む合金を形成する為の連続方法。

## 2. 特許請求の範囲

1) 攪拌を施さず液体状態から凝固せしめられる時樹枝状晶組織を形成するような金属の融体から個々ばらばらの退縮した樹枝状晶乃至球状晶の固体と液体との均一混合物を形成する為の方法であつて、第1帯域において前記金属を加熱してそれを溶融する段階と、溶融した前記金属を前記第1帯域に気体の連行を防止するよう密封して連結される少く共1つの攪拌帯域内に通す段階と、該溶融金属を冷却しながら激しく攪拌してその一部を凝固せしめ、以つて該攪拌帯域において相互連繋された樹枝状晶ネットワークの形成を防止しつつ個々ばらばらの退縮した樹枝状晶乃至球状晶からなる初晶固体を形成し、その場合初晶固体が液体-固体混合物の最大限約65重量%までを占める

ようになす段階と、前記液体-固体混合物を前記攪拌帯域からそこへの溶融金属送入速度とほぼ同じ速度で取出す段階とから成る均一な液体-固体金属混合物を形成する方法。

2) 攪拌を施さず液体状態から凝固せしめられる時樹枝状晶組織を形成するような金属の融体から個々ばらばらの退縮した樹枝状晶乃至球状晶の固体と液体との均一混合物を成形する為の方法であつて、第1帯域において前記金属を加熱してそれを溶融する段階と、溶融した前記金属を前記第1帯域に気体の連行を防止するよう密封して連結される少く共1つの攪拌帯域内に通す段階と、該溶融金属を冷却しながら激しく攪拌してその一部を凝固せしめ、以つて該攪拌帯域において相互連繋された樹枝状晶ネットワークの形成を防止しつつ個々ばらばらの退縮した樹枝状晶乃至球状晶からなる初晶固体を形成し、その場合初晶固体が液体-固体混合物の最大限約65重量%までを占めるようになす段階と、前記液体-固体混合物を前記攪拌帯域からそこへの溶融金属送入速度とほぼ同

① 日本国特許庁

## 公開特許公報

① 特開昭 51-9004

④ 公開日 昭51. (1976) 1.24

② 特願昭 50-51575

② 出願日 昭50. (1975) 4.30

審査請求 未請求 (全10頁)

庁内整理番号

6616 42

⑤ 日本分類

10 A321

⑤ Int. Cl<sup>3</sup>

C22C 1/02

じ速度で取出す段階と前記攪拌帯域から取出された液体-固体混合物を製造する段階とから成る液体-固体金属均一混合物を成形する方法。

3) 特許請求の範囲 2)項記載の方法において、前記攪拌帯域から取出された混合物がそれがチャソトロビー性質を呈しそして液体-固体形態であるよう非攪拌状態で保持されそして該チャソトロビー物質に力を適用しそれによりそれを液体によく似た性質を持つ物質に変質して該物質を製造することを特徴とする成形方法。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は、非樹枝状初晶を含む固体金属乃至固体-液体金属混合物を製造する為の連続式方法及びそのような金属を成形する為の方法に関するものである。

本発明以前には、非樹枝状初晶固体を含む合金は、1973年7月17日付米国特許出願番号第379、991号に開示されるようなパツテ式方法により製造されていた。そこに開示されるよう

し、従つて液体が高温度でありそしてそれらが腐食性を持っていることが相俟つて銅乃至鉄合金のような合金の製造を困難乃至不可能としている。非樹枝状初晶固体分を含む液-固スラリを製造することにより、これら問題の苛酷さは相当に軽減乃至排除される。これは、製造設備が比較的低温の金属組成物と接触するだけですみ、それにより腐食問題、冷却時間及び金属収縮を減じるからである。

上述の出願の方法は、それまでの技術を相当に上回る製品を製造しえたが、パツテ式方法であり従つてここで開示する連続式方法に較べて幾つかの欠点を持っている。これらのパツテ式方法においては、液-固組成物全体が、周囲気体雰囲気と直接接触状態に曝されるその上面を含めて激しい攪拌を受ける。激しい攪拌に由り、処理されている組成物中に、幾らか気体が吸収され、そしてこれは捕捉気体がそれから形成される物品を悪影響を与える恐れがある故に所望されざることである。加えて、パツテ技術は一般に生産速度が遅くそし

特開 昭51-9004(2)  
に、金属合金組成物は、合金をその大半乃至すべてが液体状態となる温度まで加熱し、そして一般に合金を冷却しながらそれを激しく攪拌してデンドライト晶(樹枝状晶)や一般に球状を持つノジュール晶(球状乃至結晶)を縮退するよう融体中の固体粒を改形することにより形成された。攪拌の程度は、相互遮断される樹枝状晶ネットワークの形成を防止し且つ冷却に由り合金融体内で既に形成された樹枝状晶の分枝を実質上排除乃至減縮するに充分でなければならぬ。初晶が形成された後、合金組成物中に残存する液体は冷却せしめられて、初晶を取巻く樹枝状固体を形成する。

上述の出願に記載された方法により形成された組成物は、溶融金属を型内に注入乃至圧入する従来の既存製造方法に較べて製造方法に相当の利点を与えることが見出された。溶融合金を製造する際、液体が固体状態に変化する時金属収縮が通常存在しそして冷却過程がかなり長いという事実を含めて多数の問題が存在する。更に、多数の液体合金はダイヤ型に対してきわめて腐食性を示

て温度制御も一般に困難である。

本発明は、初晶固体分より低い融点を持ちまたそれとは異つた金属組成を持つ第2相中に樹枝状初晶固体粒を縮退した状態で均一に懸濁せしめて含む金属組成物を形成する方法を提供するものである。もちろん、第2相及び初晶固体粒は共に同じ合金から生じたものである。本発明は、これは固-液混合物をそれが生来した溶融状態の合金により気体雰囲気から隔離した状態で激しく攪拌することにより連続的に或いは半連続的に形成されうるといふ発見に基いている。この態様での操作によつて、気体の捕捉を伴うことなく溶融合金をそれが部分的に固体となるような温度に維持されている攪拌帯域に連続的に差向けることが出来る。この場合、攪拌帯域内での固体部分割合の制御も容易に維持されうる。液体-初晶固体混合物はその後攪拌帯域への液体進入速度とほぼ同じ速度で攪拌帯域から出ていく。これは、連続的にもまた半連続的にも行いうる。混合物は攪拌帯域に隣り合う成形帯域を通して製造されうるしまたそこを

通り抜ける状態に保たれるようにもされる。生成した組成物は100%固体として或いは液-固混合物としていずれでも形成帯域から取出すことが出来る。いずれの場合でも、組成物は、固体乃至液体いずれかの状態にある第2相中に均質に分散される非樹枝状初晶固体分を含んでいる。第2相が液体である時、このようにして形成された組成物は冷却せしめられるか或いは鋳造による等して成形される。最終製品が完全に固体である時、それは単に液-固温度範囲にそれを入れて加熱することにより後に成形されよう。この温度範囲において、それはテクトロロピー状態でありえ従つて剪断力を受ける時成形可能とされよう。

ここでいう「初晶固体」とは、合金融体の温度がその合金の液相線温度以下に即ち液相-固相共存温度範囲に減少される際析出して個々ばらばらの凝結された樹枝状粒を形成する相を意味する。ここでいう「第2固体」とは、攪拌を止めた後初晶固体粒を形成する温度以下の温度でスラリー中に存在する液体から凝固する相を意味する。「凝結」

てそれらの表面局所に粒の相互連結をもたらして樹枝状晶ネットワーク組織を形成する際には伸長していない非樹枝状組織を持ちうるものである。初晶粒は、粒の凝固中攪拌の激しさの程度及び粒が液-固範囲に保持される期間に依存して粒内に捕獲される液体分を含む場合もあるし含まない場合もある。しかし、この捕捉液体の重量分率は、同じ割合の固体分を符るべく現在の一攪拌方法において使用される同温度での凝固合金中に存在する量より少ない。

初晶固体の形成に就いて凝固中液体マトリックスから形成される第2固体は、激しい攪拌を使用しない現在使用されている鋳造方法による同等組成の液体合金の凝固中待られるような型式の一つ乃至それ以上の相を含んでいる。即ち、第2固体は、樹枝状晶、単相乃至多相の化合物、固溶体、或いはそれらのうちの任意の混合物から構成される。

初晶粒の寸法は、使用される合金乃至金属の組成、固-液混合物の温度及び攪拌の程度に依存し、

とは樹枝状晶の派生分枝が縮小されて結晶の分枝化の程度が落ちることを云う。本発明方法により調製された組成物中に待られる初晶固形分は、それらが残存液体マトリックス中に懸濁される分断状態の個々ばらばらの粒から成る点で通常の樹枝状組織とは異っている。一般に、凝固した合金は、攪拌の存在しない場合には、凝固の初期段階において15~20重量%に及ぶ互いに離間された樹枝状晶を持つておりそして温度が降下され従つて固体重量分率が増すにつれそれらは更に発達して相互連結されるネットワークを形成する。他方、本発明の方法により調製された組成物の組織は、60~65重量%もの固体分率に及ぶまで分断された個々ばらばらの初晶粒子を液体マトリックスにより互いに離間したまま維持することにより相互連結されたネットワークの形成を防止する。本発明の云う初晶固体は、それらが樹枝状晶より滑らかな表面を持ちそして枝分れの少ない組織を持つ点で樹枝状晶からは繰返されている。即ち、この初晶固体は通常の樹枝状晶より球形態に近くそし

そして温度の低い程また攪拌の激しさの少ない程大きな粒が形成される。斯くして、初晶粒の寸法は約1~10000ミクロンの範囲をとる。組成物は約10~55重量%の初晶粒を含むことが好ましい。これは、その範囲だと、成形乃至鋳造装置に熱損傷をもたらすことなく鋳造乃至成形の容易さを増進する粘性を持つからである。

ここで使用されるような、本発明方法に適用される攪拌乃至激しい攪拌という用語は、液-固組成物が相互連結される樹枝状ネットワークの形成を防止しそして初晶固体粒上に既に形成されている樹枝状晶分枝を実質上排除乃至減縮するに充分の攪拌力を受けることを意味する。

本発明に従えば、金属合金は攪拌帯域と連通している第1帯域内で溶融状態とされる。攪拌帯域は第1帯域に接続されそして内部の金属組成中への気体の巻き込みを防止するべく密閉される。攪拌帯域には、内部の金属組成物を冷却しそしてそれを激しく攪拌する為の手段が設けられている。攪拌帯域における攪拌の程度は、金属が冷却されて

いる間そこから相互連結樹枝状ネットワークの形成を防止するに充分でなければならない。所定の程度の攪拌を与えるのに使用される特定の手段は、金属組成物が冷却されている間に相互連結された樹枝状晶ネットワークが形成されずそして初晶固体分が形成される限り重大事ではない。攪拌帯域における金属組成物の初晶固体含量は液-固金属組成物の約65重量%に及びうる。液-固金属組成物はそれらが攪拌帯域に進入したのとはほぼ同じ速度で攪拌帯域から出口を通して取出される。液-固金属組成物は冷却されて固体を形成しそしてこの固体は爾後任意の時点での成形乃至鑄造の為液-固範囲に於いて再加熱されうる。或いは、液-固組成物は攪拌帯域からの取出に際してそのまま鑄造されうる。どのような鑄造方式が使用されるかは本発明にとって重要ではない。しかし、本発明方法は液-固混合物が溶融金属のみとは異った構造強度を持つて連結的に生成されるから従来技術では採用しえないような鑄造技術の使用を可能ならしめる。液-固混合物の持つ所定の強度は

液-固混合物の輸送及び流いての成形の為のユニークな手段の使用をもたらし。本発明により可とされる鑄造技術については以下に詳しく述べることにする。

任意の合金系或いは純金属がその化学組成とは係りなく本発明方法において使用されうる。純金属及び共晶組成の融体は単一温度で融けるけれども、それらは、融体への熱入出量の総和を制御することにより融点において液-固平衡状態で存在しえそれによりその融点において純金属乃至共晶体は金属乃至共晶液体の一部のみを融かすに充分の熱を含みうるから使用可能である。これは、本発明鑄造方法において使用されるスラリーにおける融解熱の完全な除去が通常使用される鑄造設備の寸法に由り瞬時的には得られずそして例えば激しい攪拌により供給される熱エネルギーともつと冷い周囲環境により除去される熱とを均衡化することにより所望の温度が得られるから、なしうるのである。適当な合金の代表例としては、マグネシウム合金、亜鉛合金、アルミニウム合金、銅合金、

鉄合金、ニッケル合金、コバルト合金、及び鉛合金が含まれる。具体例として、鉛-錫合金、亜鉛-アルミニウム合金、亜鉛-銅合金、マグネシウム-アルミニウム合金、マグネシウム-アルミニウム-亜鉛合金、マグネシウム-亜鉛合金、アルミニウム-銅合金、アルミニウム-珪素合金、アルミニウム-銅-亜鉛-マグネシウム合金、銅-錫青銅、真ちゆう、アルミ青銅、銅、鋼鉄、工具鋼、ステンレス鋼、ニッケル鉄合金やニッケル鉄-コバルト-クロム合金やコバルト-クロム合金のようなスーパーアロイ或いは鉄、銅、アルミニウムのような純金属と云つたものが挙げられる。

以下、添付図面を参照しつつ本発明の具体例について説明していくことにしよう。

第1図を参照すると、液体状態にある金属合金1が容器2内に収納されている。合金1は、容器2を取巻く誘導加熱コイル3により液体状態に都合良く加熱しえそして液相線温度に乃至それ以上に維持される。容器2には、3つの開口4、5及び6が設けられそしてその寸法は邪魔板7、8及

び9により調整される。攪拌帯域10、11及び12はそれぞれ、開口4、5及び6各々に隣りあつて位置づけられそして容器2の底面に気体が容器2或いは攪拌帯域10、11及び12内の金属合金と混合するようになるのを防止する願様で接合されている。オーガ16、17及び18が攪拌帯域10、11及び12内それぞれに設けられそして適当な手段(図示なし)により駆動される回転軸20、21及び22に取付けられている。攪拌帯域10、11及び12の各々には誘導加熱コイル25、26及び27が配設されると共に冷却用ジャケット28、29及び32が設けられて、攪拌帯域10、11及び12内の合金の温度及び熱量を制御している。各冷却ジャケットには、流体導入口30及び導出口31が設けられている。攪拌帯域12の内面35とオーガ18の外表面36との間の間隔並びに表面37及び38間と表面39及び40間との同様の間隔は、それぞれの攪拌帯域10、11及び12を通しての液-固混合物の通り抜けを可能ならしめ同時に相互連結された樹

枝状ネットワークの形成を防止するに充分の高剪断力が液-固混合物に適用されうるように充分小さく維持される。所定のオーガ回転速度において液-固混合物中に誘起される剪断速度は攪拌帯域の半径及びオーガの半径双方の関数である。即ちオーガ及び攪拌帯域の寸法と共に変る間隙寸法の関数である。所要の剪断速度を生起せしめる為に、オーガ及び攪拌帯域を大きくすれば増大せる間隙の使用が可となる。攪拌帯域10、11或いは12の底面には、攪拌帯域内の液-固混合物が便宜良く重力によつて或いは所望なら溶融金属1の上面と開口40、41及び42との間に圧力差を確立することによつて取出されうよう、口40、41及び42がそれぞれ設けられている。口40、41及び42の開口度は、オーガの下端44、45及び46がそれぞれの口のすべて或いは一部に嵌合するよう軸20、21及び22を昇降することにより容易に制御されう。

第1図に示される装置の作動についてそこに示されるオーガの一つについて述べることにしよう。

らなる混合物とする。液-固混合物が攪拌帯域10を出ていく速度はオーガ16の端44の位置により制御される口40における有効開口度に依存する。攪拌帯域10内の熱交換は、ジャケット28内の冷却流体の流量及び温度を制御し、誘導コイル3における入力エネルギーを制御し、更には邪魔板7による開口4の寸法及びオーガ16の端44による口40の寸法を制御することによつて得られる金属流速速度を制御することにより容易に管理されう。熱電対(図示なし)が攪拌帯域10内の液-固混合物の温度を検知する為攪拌帯域の長さに沿つて配置されう。こうした態様で換装することによつて、帯域2における溶融金属は帯域10内の液-固混合物を周囲気体雰囲気から密閉する役割をなし、それにより帯域10内の液-固混合物中への気体の所望されざる捕捉が起るのを防止する。

第2及び3図を参照すると、別の設計に基く装置が図示されている。溶融金属50は底面に開口52を備える加熱域51内に保持される。回転軸

金属合金は、容器2内に完全に溶融した状態で、部分的に固体となつた状態で或いは完全な固体として導入される。いずれにせよ、合金は誘導加熱コイル3により容器2内で溶融状態とされる。溶融合金の形成後、邪魔板7が開けられて溶融合金を攪拌帯域10内に導入する。邪魔板7はまた攪拌帯域10から容器2内への初晶固体分の戻りを最小限に抑える。ここで、軸20及びオーガ16の回転が例えば約100~1000 R.P.M.の回転速度で開始される。攪拌帯域10における熱は、ジャケット28内に導入口30を通して入りそして導出口31を通して出ていく空気或いは水のような流体との熱交換によりそこから除去される。誘導加熱コイル25は、攪拌帯域10内の金属組成物が約45重量多といった所望レベル以上の固形分含量にまで冷却された場合に備えて工程管理の目的で設けられている。溶融金属1は開口4を通して攪拌帯域10内に連続的に通され、ここで合金液体中の含有熱のうちの所望量が除去されて、合金液体を一部は初晶固体分そして一部は液体か

53が加熱域51を通して更にはオーガ55を配する攪拌帯域54内へと伸延している。攪拌帯域54は導入口59及び導出口60を備える冷却ジャケット58により取巻かれている。加えて、攪拌帯域54は誘導加熱コイル61により取囲まれているので、冷却ジャケットとコイルとの組合せ作用によつて攪拌帯域54内の合金組成物からの熱流出が調整される。第3図に明示されるように、混合装置の代表的寸法は、 $1\frac{1}{4}$ インチ径の攪拌帯域と $1\sim 1\frac{1}{8}$ インチ径のオーガ及び $\frac{1}{8}$ インチのスプライン間溝から成る。これら寸法は単に一例にすぎないのであつて、金属に高い剪断速度が維持されうる限りもつと大きな或いはもつと小さな寸法のものも使用しうることを理解されたい。開口52の寸法は、軸53周囲に位置づけられる邪魔板63でもつてそこを開閉するべく回転軸及びオーガを垂直方向に移動することにより調整されう。加熱帯域51はその内部の金属50に熱を与える為誘導加熱コイル64により取巻かれている。攪拌帯域54には爾後成形の為そこから初晶固体

分を含む液-固組成物を取出す為出口46が設けられている。

第4図は、油鋳入れされた銅-10%錫-2%亜鉛合金（銅合金905）の50倍拡大下の顕微鏡写真を示すものである。この合金は、第2及び3図に示される装置（オーガー一つ）を使用して形成された。加熱帯域51内の温度は合金の液相温度即ち999℃以上に維持された。攪拌帯域54内の温度及び熱条件は、液体-初晶固体分混合物が約45重量%初晶固体を含んでいるよう維持された。試料は約925℃において採られた。そこに見られる球状初晶固体金属形成体70及び樹枝状第2固体71の存在は、この合金を攪拌なくして冷却するに際して観察される通常の樹枝状ネットワークとは完全に異った全体的金属組織を示している。初晶固体分70の黒部分はそれらの形成中初晶内に捕捉された液体からなるものである。

第5図は、銅-15%鉛製の鋳造物の100倍拡大下の顕微鏡写真を示し、これは液-固混合物が約55重量%初晶固形分を含むよう一つのオー

ガを使用する第1図の装置において攪拌して得られたものである。試料は約191℃において採られた。写真から容易にわかるように、非樹枝状初晶固形分73が性質において樹枝状である第2固体部分74により囲まれている。

第6図は、248%炭素及び312%珪素を含む鋼鉄の100倍拡大下の顕微鏡写真を示す。この合金は第2及び3図に示される装置を使用して形成された。温度及び熱条件は、液-固混合物が約35重量%初晶固体分を含むよう維持された。試料は約1280℃で採取された。球状の初晶固体形成体75が樹枝状第2固体71のにより取囲まれている。初晶固体分75の黒色部分72aは冷却中析出した捕捉黒鉛であり、また暗灰色部分73aは初晶固体内にその形成中捕えこまれた液体からなるものである。

第7図を参照すると、本発明により形成された液-固混合物を連続鋳造する為の便宜の良い手段が図示されている。ここに示される方法は、溶融合金を連続鋳造する従来からの方法に比して大き

な利点を提供する。従来技術においては、溶融金属における凝固潜熱の存在及びそれらが液体-初晶固体混合物より高温にあるが故に、融体は液-固混合物を使用する場合より低い速度でのそこからの熱奪取により固体とされねばならない。熱が溶融金属よりあまり速く奪われるなら、鋳造生成物に所望されざる割れが観察されることが多々ある。これは、連続鋳造装置において所望されざる程に低い金属生産速度をもたらし。加えて、溶融金属を連続鋳造する際所望されざる程に長範囲の偏析（合金成分のマクロ偏析）が生じる。これとは対照的に、本発明の液体-初晶固体混合物を連続的に鋳造する時、除去されねばならない凝固潜熱はるかに少く従つて金属の割れを生じることなくはるかに速い生産速度が達成されうる。更に、初晶固体分の存在により、長範囲の偏析は最小限とされるか若しくは排除される。攪拌帯域10から出てくる液-固混合物76は、冷却用流体導入口78及び導出口79を備えるほぼ同筒状の冷却ジャケット77により形成される冷却帯域に差向け

られる。攪拌帯域10は第1図或いは第2及び3図を参照して記載したような態様で構成されそして作動される。最終的な、均一に分散された初晶固体分を含むロッド状乃至円柱状固体生成物80が最初ジャケット77内に固体を形成するべく点線81により示されるようにジャケット77の底面に沿つて板を設けることにより先ず形成される。凝固固体が形成された後、板が取除かれそして固体80はケーシング77から外へ重力により移動せしめられる。一度この工程が開始されると固体80と液-固混合物82との界面83が形成されていく。ケーシング77内での形成に続いて、固体80は矢印84で示されるように冷却液の噴霧を施される。

第8図を参照すると、本発明方法により形成された生成物を集めそして後成形、例えば鋳造する為の別の工程が概略的に示されている。この工程はパンチ式にも或いは連続式にでも使用されうる。攪拌帯域の出口40において或いはその近くで、誘導加熱コイル91のような加熱手段を備える保

持室 90 が設置される。攪拌荷域は、第 1 図或いは第 2 及び 3 図を参照して記載したような形状で構成されそして操作される。保持室 90 内には、耐熱材料製の一般に円筒状のスリーブ 92 が液体-初晶固体混合物の一回処理分を収納する為納置されている。出口 40 から出てくる液-固混合物は組成物 93 としてスリーブ 92 内に差向けられる。合金 93 中に所望の割合の固体分を維持する為、所望温度を保持せしめるべく加熱ヒール 91 が付勢されている。ひとたび所望量の合金 93 がスリーブ 92 内に適量供給されると、それは所望される任意の形状で形成或いは製造に供せらる。斯くして、この装置は爾後工場へ容易に移送可能である所望量の合金を適量する為の都合の良い手段を提供する。例えば、組成物 93 を成形乃至製造することが所望される時、スリーブ 92 と保持室 90 は 90 回転され、以つてスリーブ 92 は内部に組成物 93 を保持したまま保持室 90 から容易に取出される。本発明方法により形成された液体-初晶固体混合物の機械的特性の故に、スリー

ブ 92 の使用は鋳造において通常使用されるショットスリーブの必要性を排除し、従つてショットスリーブ中に含まれる金属内での不当な温度勾配を回避する必要性から生じるショットスリーブと関連する問題を排除する。液体-初晶固体混合物は十分に機械的に安定であるから、スリーブ 92 が保持室 90 から取出される時液-固混合物を実質上の損失なく一掃に取出される。更に、スリーブ 92 がその開口端が非支持状態で水平位置に置かれる時、液-固混合物はそこから漏れ出すことはない。その後、スリーブ 92 及び混合物 93 は、型 95 とピストン案内 97 内に収納される空圧作動ピストン 96 との間に位置づけられる。ピストン 96 は例えばシリンダ 98 によつて所望の地点で空圧作動される。作動に際して、ピストン 96 は混合物 93 を型 95 の内部空洞 99 内に強送して所望の生成物を形成する。一具体例において、複数の保持室 90 及び関連スリーブ 92 を支持テーブル（図示なし）上に位置づけそしてそれらを出口 66 の下に順次割出すようにすることも出来

る。

第 9 図を参照すると、本発明方法により形成された混合物を製造する為の別の手段が概略的に示されている。この特定手段は、本発明方法により形成される液体-初晶固体混合物の個々の処理分を形成するべくパツチ方式でも連続方式でも使用されう。第 9 図に示されるように、液体-初晶固体混合物 100 は攪拌荷域の口 54 から放出される。液-固混合物部分 101 は主部分 100 から重力により分断されそしてダイ半部分 102 及び 103 間に落下せしめられる。部分 101 がダイ半部分 102 及び 103 間に位置する時点で、ピストン 104 及び 105 を空圧的に作動することによりダイ半部分は組成物 101 周囲に閉成される。ピストン 104 及び 105 は、部分 101 がダイ半部分 102 及び 103 間に配置される前に通る行路に設けられる光検知式検出器のような任意の適当な電子手段により作動されう。組成物 101 が冷却により形成された後、ダイ半部分 102 及び 103 は引離されそして組成物 101

から形成される所望の生成物がそこから取出される。102 及び 103 と同様の複数の型半部分が次々と形成される組成物分断体を捕えて成型する為連続的に口 54 の下に割出されるようにすることもできる。

液-固混合物は、所望比の液-固比率が到達される時急冷されて貯蔵を容易にする為の固体塊 (slug) を形成することもできる。後に、この塊はその比率に対して定められる液-固混合物温度にまで昇温されそして通常の技術を使用して先きと同じように鋳造されう。上述した方法に従つて編製された金属塊は再加熱温度及び塊の完全凝固以前或いは凝固塊が再加熱された後いずれでもそれが液体-固体として維持される期間に応じてチキントロビー性質をもちうる。塊が液体-固体混合状態として維持される期間が長い程、塊のチキントロビー挙動は増進する。斯くして、それらは見かけ上の固体の形態でダイカスト機乃至他の装置内に供給されう。しかし、この見かけ上固体の塊がダイ空洞内に強送される時生じる剪断力

は塊を液体にほぼ等しい性質のものに変える。

第2図に示したような装置を使用しそして約500 r.p.m.のオーガ回転速度において液体-固体混合物を使用した。攪拌帯域34の出口66における温度制御は熱電対を使用して探知された。様々な合金に対する50%固形分における液体-固体の温度は次のように与えられた：

Sn - 10% Pb ..... 210°C

Sn - 15% Pb ..... 195°C

Al - 30% Sn ..... 586°C

Al - 4.5% Cu ..... 633°C

50%初晶固形分-液体混合物からの固形分割合の変動は上に呈示した温度を変化することからもたらされよう。

ここに開示した部分的に凝固した金属スラリー或いは混合物の製造は、注入、射出或いは他の手段によりもたらさる。ここに開示した方法はダイキャスト、パーマネントモールドキャスト、連続製造、閉ダイ鍛造、熱間プレス、真空成形等に対して有用である。これらスラリーの特長

な性質は、既存の製造法の改変型のものも有意義に使用される可能性を示唆している。例えば、スラリーの有効粘性は初晶固形分率を制御することにより調整されうる。本教示の使用を通して可能とされる高い粘性は、ダイキャストにおける金属の溶散や空気の捕捉を少くし従つてこの製造法における一層高い金属導入速度を可能とする。更に、本方法によつて一層均一性に富みそして一層高密度の製造物がもたらされる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明方法をもたらすのに有用な3つの攪拌帯域を具備する装置の正面方向から見た断面図である。第2図は、一つの攪拌帯域を具備する装置の断面図である。

第3図は第2図の装置の3-3線に沿う断面図である。

第4図は、本発明の教示を使用して作製された銅-10%錫-2%亜鉛の組織を示す。

第5図は、本発明に従つて作製された銅-15%

%鉛製造物の組織を示す。

第6図は、24%炭素及び3.12%珪素を含む鋼鉄の組織を示す。

第7図は、本発明方法により得られる液-固混合物を連続製造する為の手段を示す。

第8図は、本発明方法により得られた液-固混合物の一パッチ分を成型する為の手段を示す。

第9図は、本発明により得られた液-固混合物の一部を成型する為の別の手段を示す。

図中主要構成部品は次の通りである：

- 2：容器
- 3：誘導加熱コイル
- 4、5、6：開口
- 10、11、12：攪拌帯域
- 20、21、22：回転軸
- 16、17、18：オーガ
- 28、29、32：冷却用ジャケット
- 25、26、27：加熱コイル
- 40、41、42：口
- 1：金属融体

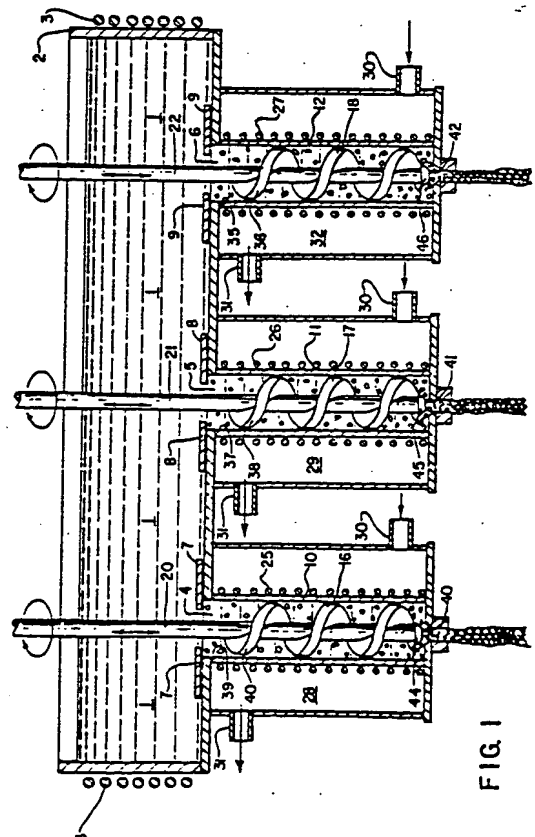


FIG. 1



FIG. 2

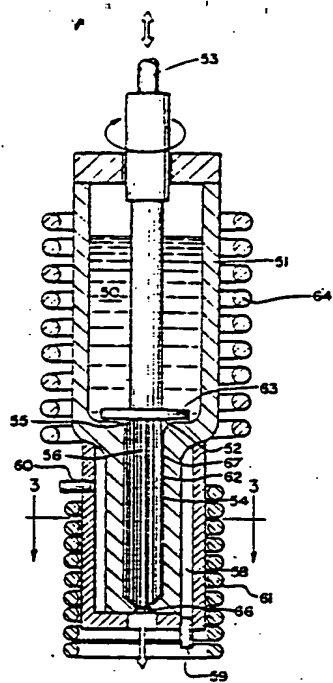


FIG. 3

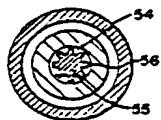


FIG. 6



FIG. 5

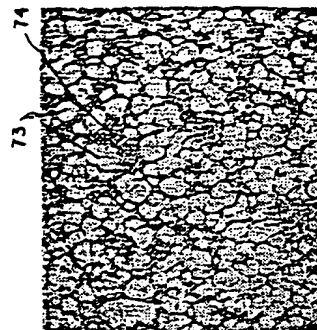


FIG. 4

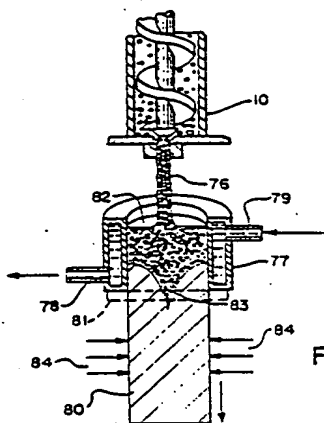
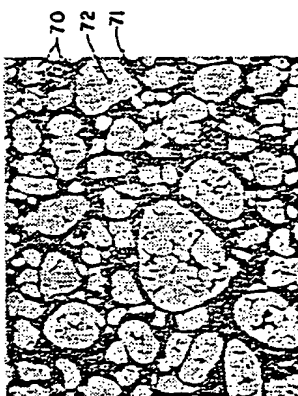


FIG. 7

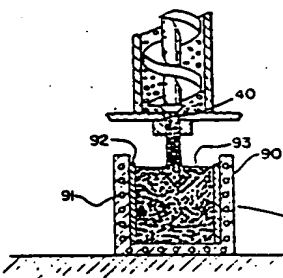


FIG. 8

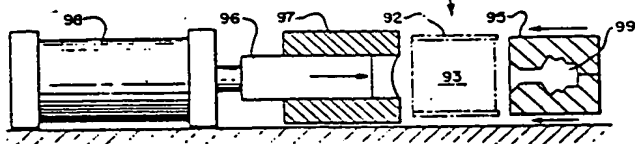
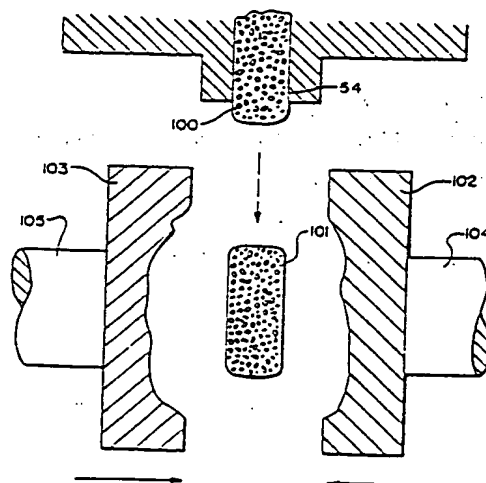


FIG. 9



添附書類の目録

- |                  |       |
|------------------|-------|
| (1) 明 細 書        | 1 通   |
| (2) 図 面 (正)      | 1 通   |
| (3) 委任状及びその訳文    | 各 1 通 |
| (4) 優先権証明書及びその訳文 | 各 1 通 |
| (5) 出願審査請求書      | 1 通   |

前記以外の発明者、特許出願人または代理人

代 理 人

住 所 東京都中央区日本橋3丁目13番11号  
油脂工業会館3階 (電話 273-6436番)  
氏 名 (7563) 井理士 倉 橋 暎

発 明 者

生 所 米国マサチューセッツ州アーリントン、  
レイクビュー・ロード24  
氏 名 ロバート・メーラビアン

同

住 所 米国マサチューセッツ州ストウンヘム、  
アパートメント3シー、ストウンヒル・ドライブ3  
氏 名 ロドニー・ジー・リーク